

EVOLUCIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DE UN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO

¹J.L. Sánchez; ²I. Mateos; ²B. Díaz; ¹A. Cobo.

¹ *Escuela Técnica Superior de Edificación, U.P.M.*
² *Lafarge-Holcin*

Palabras Clave: *Steel fibers reinforced concrete: self compacting concrete, compression tests*

El empleo de hormigones autocompactantes reforzados con fibras de acero (HACRFA) supone una innovación de indudable interés económico en la construcción de estructuras de hormigón al unir en un sólo material las ventajas de los hormigones autocompactantes (HAC), fundamentalmente su facilidad y economía en la colocación, con las de los hormigones reforzados con fibras de acero (HRFA), principalmente su enorme ductilidad y buen comportamiento a impacto y frente a fisuración

En este trabajo se han ensayado a compresión hasta rotura nueve probetas cilíndricas de 15cm de diámetro y 30cm de altura de un HACRFA fabricado por LAFARGE-HOLCIN. Perteneciente a la denominación comercial "AGILIA METAL" su denominación según la Instrucción EHE08 [1] es HA-25/AC/12/IIa y para su fabricación se ha empleado cemento CEM II/A-M (P-V) 42,5 R fabricado por Lafarge, con un contenido de 350 Kg/m³, una relación agua cemento de 0,56, plastificante (1,9 g) y superplastificante (5,8 g). Como refuerzo se han utilizado fibras de acero trelladas en frío de 50 mm de longitud y 0.62 mm de diámetro, con una dosificación de 10 kg/m³, suministradas por la empresa Bekaert y con la denominación comercial Dramix.

Después de fabricadas las probetas, se han mantenido en cámara húmeda y se ha procedido al ensayo de compresión hasta rotura a las edades de 7, 14 y 28 días. Como resultado de los ensayos se han obtenido la tensión de rotura y el módulo de elasticidad longitudinal. Cada uno de los resultados se ha obtenido como la media aritmética de tres probetas. En la figura 1 se muestra una fotografía del ensayo a compresión de una de las probetas. Los resultados obtenidos junto a los valores del módulo de elasticidad estimado por diversas normas se indican en la tabla 1.



Fig. 1: *Probetas ensayadas a compresión hasta rotura*

Tabla 1: Resultados obtenidos y módulo de elasticidad estimado por diversas normas.

	$\sigma_{\text{máx}}$ (MPa)	E_c (MPa)	E_c (EHE-08) (MPa)	E_c (EC 2) (MPa)	E_c (ACI 318) (MPa)	E_c (EHE-08)* (MPa)
H7D	29.28	17053	26405	30366	25432	27350
H14D	41.28	27146	29376	33662	30197	29173
H28D	43.56	33926	29908	34210	31020	29908

En la primera columna se indican los hormigones analizados. En la segunda y tercera columnas se aportan los valores experimentales obtenidos en los ensayos. En la cuarta columna se indica el valor del módulo de elasticidad estimado con la formulación de EHE-08 [1]. Para la obtención de los valores de esta columna se ha empleado la expresión (1).

$$E_c = 8500(f_{cm})^{1/3} \quad (1)$$

Introduciendo en la expresión (1) como f_{cm} , el valor de la primera columna de la tabla. Los valores de la quinta columna corresponden al módulo de elasticidad estimado por el Eurocódigo 2 [2] con la expresión

$$E_c = 22(f_{cm}/10)^{0.3} \quad (2)$$

Los valores de la sexta columna corresponden a los del módulo de elasticidad estimado por ACI 318 [3] según la expresión (3):

$$E_c = 4700(f_c)^{1/2} \quad (3)$$

Los valores de la quinta y sexta columna se han obtenido con las tensiones de compresión obtenidas experimentalmente a cada edad. Los valores de la séptima columna se han obtenido utilizando EHE-08 pero no se ha empleado para cada edad la tensión de compresión obtenida experimentalmente, sino que se ha estimado la tensión de compresión a las edades de 7 y 14 días a partir de la obtenida a 28 días empleando la formulación de EHE 08.

El mejor ajuste entre los valores experimentales y los deducidos se produce a la edad de 28 días, además para esta edad el EC 2 es la norma que mejor se ajusta con una diferencia inferior a un 1%, lo que supone un ajuste perfecto en la práctica. El código ACI 318 con una diferencia de un 8% y EHE 08 con diferencias cercanas al 12% también presentan buenos ajustes. A la edad de 7 días las diferencias entre los valores estimados por los modelos analizados y el valor experimental obtenido es enorme. En este caso EC 2 es la norma que más se separa con una diferencia superior al 78% y el código ACI 318 la norma que más cerca queda, pero con diferencias superiores al 49%, lo que en la práctica hace que la formulación de estos documentos sea totalmente inaplicable para estos hormigones y a estas edades.

Agradecimientos: Los autores desean agradecer la ayuda de la empresa Lafarge-Holcin necesaria para realizar este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Fomento (2008). Instrucción de Hormigón Estructural. EHE-08.1ª Edición. Madrid.
- [2] AENOR (2010). Eurocódigo 2: Proyectos de Estructuras de hormigón. Asociación española de Normalización y Certificación. Madrid
- [3] ACI (2003). ACI 213R-03 Guide for structural lightweight-aggregate concrete. American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan.